数字阅读与纸质阅读理解效果及沉浸体验实验研究
——以科普知识为例

马捷[1,2] 张光媛[1] 徐晓晨[1] 蒲泓宇[1]
[1] 吉林大学管理学院 长春 130022 [2] 吉林大学信息资源研究中心 长春 130022

摘要：[**目的/意义**]通过模拟现实中纸质阅读与数字阅读的阅读情况和阅读环境来观察和测试用户在数字阅读与纸质阅读过程中阅读效果的差异，以期为图书馆阅读服务、阅读资源建设提供参考。[**方法/过程**]以中等篇幅的科普知识文章为例，采用对照组实验方法从阅读理解和沉浸体验角度比较纸质阅读与数字阅读之间的差异。[**结果/结论**]用户在阅读中篇科普文章时纸质阅读的理解效果要比数字阅读好，但在阅读沉浸体验方面两者不存在显著差异，用户的阅读沉浸体验与学历和性格有关，图书馆的阅读服务和资源建设应在读者个性化分析和服务的基础上推进。

关键词：数字阅读 纸质阅读 阅读理解 沉浸体验 阅读服务
分类号：G250
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2018.16.005

阅读是人们获取知识的重要途径之一，伴随着现代科技迅速发展，人们获得阅读资料和信息的手段日益丰富，由原来单纯的纸质印刷媒体时代发展到当今的计算机网络的数字化媒体时代[1]，在保持传统纸质阅读的习惯下，电子阅读、手机阅读、网络阅读等新型阅读方式应运而生，成为学术界研究的热点[2]。据中国新闻出版研究院最新公布的第十五次全国国民阅读调查数据显示，我国成年国民数字化阅读方式的接触率连年上升，2017年高达73.0%[3]，超过了图书、报纸、期刊阅读率。在课堂教学中，国家大力推进信息技术与学科的融合，数字化学习方式开始普遍应用[4]。以微博、微信为代表的自媒体平台在高校图书馆阅读推广中也得到了极大地推广和应用[5]。可见数字阅读正在成为我们生活中主流的阅读方式，悄然改变着我们的阅读习惯。

数字阅读是指阅读对象和方式的数字化，比如手机阅读、电子书、网页阅读等[6]。与纸质阅读相比，数字阅读适应了当代社会快节奏的生活方式。手机等移动终端设备不受时间、空间限制，与用户的交互性强，可以帮助人们利用有限的空闲时间迅速搜索到大量丰富生动的内容，给人们带来了极大的便利和快捷。但是国内学者指出这种快餐式、随意性、碎片化的阅读特点也让人们缺少沉淀回味的思考过程[7]，并且削减了洋溢着翰墨书香的纸质阅读对阅读者在学术、人品、情感和文化等方面的熏陶作用[8]。那么究竟读者在日常生活中进行纸质阅读与数字阅读时有什么不同的阅读效果，在进行何种阅读方式时会更加深入？本文将从理解效果及沉浸体验的角度入手，通过设计对比试验比较用户在自然条件下进行纸质阅读与数字阅读时阅读深度的差异，并找出何种因素会影响阅读效果，从而为图书馆阅读服务、阅读资源建设提供参考。

1 文献回顾

关于数字阅读与纸质阅读的阅读深度讨论是学术界近几年来一直关注的问题，人们普遍认为数字阅读因其跳跃性的思维和碎片化的信息会引发“浅阅读”，而纸质阅读作为人类最悠久的阅读方式，是数字阅读无法取代的“深阅读”[9]，这引发国内外学者运用实验和调查问卷的方法从用户偏好[10]、载体设计[11]、移动阅读服务质量[12]等多角度对数字阅读与纸质阅读产生的影响进行对比分析，并提出了自己的建议。在理解效果这一方面，大多数研究都是利用对照组实验的方式从信息认知和记忆方面进行了比较。J. Stoop[13]、J. M. Noyes[14]等通过让学生阅读复杂的学术文献后

作者简介：马捷(ORCID:0000-0002-1471-2143)，教授，博士，博士生导师，E-mail:m-lj-l@163.com；张光媛(ORCID:0000-0002-2633-678X)，硕士研究生；徐晓晨(ORCID:0000-0002-7103-7519)，硕士研究生；蒲泓宇(ORCID:0000-0002-1444-269X)，硕士研究生。
收稿日期:2018-05-01 修回日期:2018-07-12 本文起止页码:35-46 本文责任编辑:杜杏叶

完成内容测试,发现纸质组的学生对复杂信息的理解要好的多,但是也有一部分学者发现屏幕和纸质阅读在理解效果不存在差异,比如,D. Daniel[15]等测试了在实验室和家庭条件下纸质组和数字组学生阅读电子教科书的表现,并没有发现差异;S. Y. Sun[16]发现 45 - 54 岁的中老年人对纸质和数字文本的理解水平并不存在显著差异;J. Young[17]运用报刊文章测出纸质组和数字组大学生检索核心信息的得分差异并不显著。国内学者也运用了实验的方法进行检测,袁曦临[18]参照了 PISA 阅读素养测评思路设计了测试问卷并针对 6 000 字的小说材料进行实验,发现数字阅读对于复杂信息的认知加工效果略差;徐军英[19]和郭恋[2]都发现在阅读 1 000 字以内的短篇文本时,手机阅读理解效果要优于纸质阅读。如今,有学者提出个体的深入理解和思考常发生在沉浸式阅读中[20],因此研究内容也应该包括阅读沉浸体验,但有关纸质阅读与数字阅读沉浸度差异的比较研究还比较少。N. S. Baron[21]在 2013 年进行的研究中发现,18 - 24 岁的本科生更倾向于纸质阅读,并认为阅读纸质文本相比电子阅读更容易沉浸;J. Hou[22]等让读者使用纸质材料和 IPAD 在三种不同阅读条件下阅读漫画,得出纸质阅读与屏幕阅读在理解上不存在差异,但是纸质阅读的沉浸效果要好;刘坤峰[23]采用问卷的方法设计阅读实验进行数字阅读与纸质阅读沉浸的比较;朱明[24]通过对 13 位高校图书馆用户进行访谈发现沉浸体验在高校图书馆用户阅读过程中普遍存在;张冰[25]运用眼动追踪技术设计实验发现纸质阅读可以使读者更加专注。

综合来看,以往的阅读理解实验分别得出了不同的结论,沉浸体验研究都认为纸质阅读比数字阅读更加沉浸,但是多数实验中数字阅读载体的屏幕大小、内容呈现方式都是在模仿纸质书的形式,并没有考虑日常生活中人们最常用的移动阅读设备和数字阅读界面,同时忽略了沉浸自身属性和阅读环境可能的影响作用。再者,随着研究内容的不断深入,实验分析需要细化到具体文本类型,以往的研究多运用长篇和短篇的学术材料、新闻、小说和漫画设计理解和沉浸实验,还没有针对中等篇幅的科普知识文章进行研究,并且中等篇幅的文章正是目前手机移动数字阅读的新闻等各种体裁阅读资料的常见长度。据全民阅读调查报告显示,我国成年国民手机阅读接触率高达 71.0%,有 63.4% 的成年国民进行过微信阅读[3],由此可知,手机微信阅读成为数字阅读的主要方式。因此本研究选择手机作为数字阅读载体,数字阅读界面采用一般微信阅读的内容表现形式,利用实验刺激模仿自然阅读环境,并与阅读理解测试和沉浸量表测试共同检测读者在自然条件下进行中篇科普知识文章的纸质阅读与数字阅读的理解效果和沉浸度差异。

2 理论依据

沉浸体验是 M. Csikszentimihalyi 在 20 世纪 60 年代提出的,用来描述人们对某一活动或事物表现出浓厚的兴趣并能推动个体完全投入某项活动或事物的一种情绪体验[26]。当个体完全沉浸于某项活动时,会主观产生享受、放松、平静及和谐等感受,是一种正向的积极的心理体验[27]。国内外学者将沉浸用于多个领域的研究,比如学习、游戏、教育、运动、网络购买等。沉浸体验包括了 9 个维度:明确的目标、享受体验、挑战与技能的平衡、过程控制感、专注于任务、明确的反馈、行动与意识融合、时间感扭曲、失去自我意识[28]。任俊[29]将沉浸产生的条件概括为 3 个方面:第一,个体所从事的活动要有一定的结构性特征,即参与者知道自己的目标是什么并能够得到即时的反馈;第二,所感知的挑战和技能水平间必须建立相对平衡,当挑战低于技能时,个体会觉得无聊,而当挑战高于技能时,个体会产生压力,并逐渐导致焦虑,所以只有当挑战与技能相互平衡时才会产生沉浸体验;第三,沉浸的产生还取决于主体自身的特点。K. Asakawa[30]认为自向性人格,即有自己明确目的和动机的人更能产生沉浸体验,而 F. Ullén[31]和 D. Weibel[32]发现大五人格中与沉浸体验呈正相关的有尽责性、外倾性和开放性,神经质则与沉浸体验呈负相关。由此可见,人格方面的特征对沉浸状态的产生起着一定的影响作用。因此,本实验中加入了人格的分析,以探究阅读沉浸与人格的关系。

3 实验设计及控制

3.1 实验目的

本实验通过模拟现实中纸质阅读与数字阅读的阅读情况和阅读环境,来观察和测试用户在数字阅读与纸质阅读过程中理解效果和沉浸度的差异。

3.2 实验设计

本实验采用对照组实验方法,将纸质阅读用户作为对照组,数字阅读用户作为实验组。通过对实验材料、环境和设备加以控制,来模仿日常生活中用户阅读条件。两组被试在同一实验环境条件下阅读相同内容的文章,通过填写问卷的形式来对比阅读理解效果和沉浸效果,以及探究阅读理解与沉浸的关系。在阅读过程中

马捷，张光媛，徐晓晨，等.数字阅读与纸质阅读理解效果及沉浸体验实验研究——以科普知识为例[J].图书情报工作，2018,62(16):35-46.

加入实验刺激和人格测试，以检测外界环境因素和个体因素是否会影响读者阅读的沉浸度，并且实验刺激可以与沉浸量表测得的沉浸水平相印证，是一种测量沉浸简单有效的方法。本实验载体因素为纸质和手机，文本因素为科普，因变量为阅读理解正确率、沉浸量表得分、对实验刺激的反应、人格量表得分、阅读时长。

3.3 被试选择

根据调查显示，1980 年以后出生的人被称为“数字原住民”，网络就是他们的生活环境[33]，并且国民阅读调查报告显示，我国成年数字化阅读方式接触者中，有 60.7% 是 18－39 周岁的人群[3]，可见青年是数字阅读的主体。因为本实验是要将被试随机分为数字阅读组和纸质阅读组进行对照试验，被试需同时具备数字阅读与纸质阅读的习惯和能力，因此，本实验选择 18－39 岁的“数字原住民”作为实验主体。

本实验面向校园和社会招募 18－39 岁的志愿者作为被试，强调被试参与实验的主动性和自愿性。此次实验共招募了 43 名被试，被试数量满足分成两组试验的要求。被试视力或矫正视力正常，母语均为汉语，语文成绩均处于中等水平。所有被试均有自己的手机，并且熟悉手机的使用。为保证被试年龄分布的均匀性，将被试按照 80 后和 90 后分别随机分为两组，一组阅读纸质材料，一组阅读数字材料。其中有 3 人出现漏做题目的情况，因此剔除 3 组无效数据，实验有效被试为 40 人。分组结果如表 1 所示：

表 1 阅读被试分组情况

特征分布	阅读分组	纸质阅读组（20 人）	数字阅读组（20 人）	总计
年龄	80 后	10	10	20
	90 后	10	10	20
性别	男	5	7	12
	女	15	13	28
学历层次	高中	0	2	2
	本科生	16	16	32
	研究生	1	1	2
	博士生	3	1	4

3.4 测试材料选择

阅读测试材料来自互联网文章《从风靡全球的熊本熊说起：科学解释“萌”的意义》，之所以选择科普类文章作为测试材料，是因为经林克艾普大数据监测发现，80 后读者偏爱科普、文学、教育等类的书籍，90 后读者偏爱科普、玄幻、文学等类的书籍[34]，所以这类文章对被试来说是生活中较为常见的阅读内容，难度适中，并有一定的知识含量，容易沉浸。

据调查显示，多数人每天的数字阅读时间不超过 1 个小时，而在移动阅读 APP 上的平均单次阅读时长为 21 分钟，可见数字阅读用户所阅读的内容长度偏短[35]。因此本实验所采用的文本字数控制在 3 000－4 000 字，既保证了文章篇幅不会过短或过长也确保信息量不会超出读者所能接受的范围。据统计，正常成年人的平均阅读速度在每分钟 200－300 字左右，因此阅读时长大约为 10－20 分钟[36]。

3.5 实验载体

数字阅读材料将以微信公众号的形式呈现在手机上，仿照现有的公众号中文章的编排格式，通过在文章中设有不同内容的静态和动态图片形成数字阅读中常见的辅助或干扰因素，以此来模拟现实中数字阅读的情况；纸质阅读材料将打印在 A5 纸上，正文字体为五号黑色宋体，字体周围不设有干扰物，并采用手动翻页的形式，以此来模拟现实中纸质阅读的情况。

3.6 实验刺激及控制

实验通过设置教室外的交谈声的方式来模拟现实中用户阅读环境中的干扰因素。之所以选择交谈声作为实验刺激是因为它在日常生活中很常见，声音没有那么尖锐，不会唤醒深度沉浸的被试，并且它包含谈话内容，对沉浸度很浅或者没有沉浸的被试者来说容易被吸引。为保证被试者在实验过程中不会被除实验刺激以外的干扰因素所影响，所以将实验地点设置在一间安静的教室中。据调查显示，用户最集中的阅读时间段为晚上睡前时间[37]，因此本实验将时间定在晚上 7 点。为防止被试对实验结果和过程产生心理预期，实验前并没与告知被试者实验目的和具体内容。

3.7 问卷设计

人格测试问卷采用 NEO-FFI 中文版。NEO 人格量表是建立在大五人格理论的基础之上，由美国心理学家科斯塔 Costa 和麦克雷 McCrae 编制而成的[38]，NEO-FFI 简化版是经过项目因素分析，由 NEO-PI 简化而来，秉承了 NEO-PI-R 量表效度的实质内容，是世界范围内广泛使用的人格评定量表[39]。该量表一共 60 道题，衡量了人格因素中的开放性（openness）、责任心（conscientiousness）、外倾性（extraversion）、宜人性（a-greeableness）和神经质（neuroticism）。

阅读理解问卷题目依据国际学生评价项目 PISA 的阅读理念和测试框架编制。PISA 是一项学生能力的国际评估计划，评估主要分为 3 个领域：阅读素养、数学素养及科学素养[40]。问卷参照 PISA 阅读素养测评思路，分别设计了 5 道题目，从获取信息、综合解读、反思与评价 3 个方面考察被试者的阅读理解效果[41]。

其中,第一个方面包括问卷中的第 1、2 题,要求被试在原文中提取关键信息;第二个方面包括问卷中的第 3、4 题,要求被试理解文本大意,详细解读文本信息;第三个方面包括问卷中的第 5 题,要求被试深度解读文章大意,反思与评价文章形式与内容。题目都是单项选择题,答对记为 1 分,答错记为 0 分,5 道题总分为 5 分。题目设计完成后,邀请了 6 名研究生进行了预测试,根据预测试结果对阅读理解题目进行了调整,以保证问卷得分呈正态分布。

阅读属于学习的子范畴,因此阅读沉浸量表的题目来自叶金辉的《青少年学习沉浸体验问卷》[42],该问卷的 Cronbach α 系数大于 0.8,同时具有较好的内部一致性,问卷的信度与效度很高。因为只是根据阅读的相关理论与研究更换了原始问卷中有关学习的专有名词,删减了部分题目,并没有添加题目,所以可以认为阅读沉浸量表同样具有可靠性和一致性。阅读沉浸量表从挑战与技能的平衡、意识与行动相融合、目标与反馈、注意力集中、忘我状态、控制感、享受体验七个维度测量,采用"非常不符合"到"非常符合"5 点式记分方法,各个维度的解释与对应解释见表 2。问卷中也添加了针对实验刺激干扰问题。提出的问题是:"在实验过程中,教室外是否响起过交谈声?"被试者回答"是"或"不是","是"记为 1 分,"不是"记为 2 分。

表 2　阅读沉浸量表的构成维度及解释

维度	解释
挑战与技能的平衡	用户自身技能与阅读内容的挑战水平相接近
意识与行动相融合	用户在阅读过程中所表现出来的行动是没有加以评估和思考的,是随心所欲表现出来的
目的性与反馈	用户在阅读过程中有明确的阅读目标,并且能够获得关于阅读目标、质量等的反馈
注意力集中	用户将精力完全集中与当前的阅读内容中,忘记了时间
忘我状态	用户在阅读过程中感觉不到周围的人、事、物,仿佛只有自己一人存在
控制感	用户能够控制阅读质量,并控制自己达到最佳阅读态
享受体验	用户会因当前的阅读感到轻松与快乐

3.8　实验程序

在阅读过程中,为了尽量减少时间压力的影响,参与者并没有被告知计时,但是参与者在阅读过后要记下自己阅读的时间。实验开始前参与者在主持人的指导下在 10 分钟内完成大五人格量表,填写完毕后休息 10 分钟开始正式实验。实验流程见图 1。

两组被试者同时开始阅读文章,在阅读过程中,实验主试者会在教室外面设置交谈声。考虑到部分被试在阅读时可能不会很快进入沉浸状态或阅读用时比正常要短,因此将实验刺激设在实验开始约三分钟时,对话时长将控制在 15 秒内。文章阅读完毕后,完成与文章内容有关的阅读理解题和有关沉浸的量表。

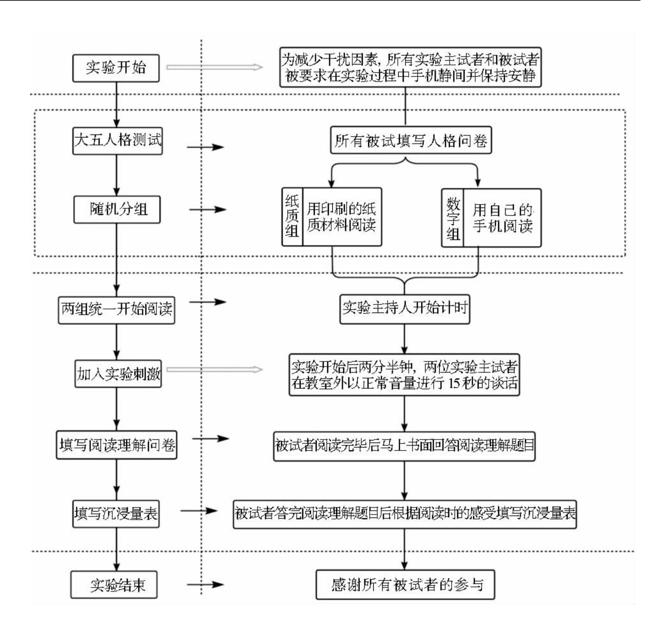


图 1　实验流程

4　研究结果

为了考察比较纸质组和数字组在理解和沉浸方面的基本情况,我们首先对 40 个被试得分的平均值和标准差进行了统计,并比较了两组在得分上是否存在差异,结果如表 3、表 4 所示:

表 3　纸质组和数字组在理解总分的均值和差异比较

阅读载体	N	平均数	标准差	t
纸质	20	4.500	0.607 0	3.572**
数字	20	3.750	0.716 4	

注:* $p < 0.05$　** $p < 0.01$

表 4　纸质组和数字组在沉浸总分的均值和差异比较

阅读载体	N	平均数	标准差	t
纸质	20	109.80	18.214	.605
数字	20	106.40	17.328	

注:* $p < 0.05$　** $p < 0.01$

由表 3、表 4 可知,纸质组在理解和沉浸上面的平均分要高于数字组,但是 t 检验的结果表明,纸质组和数字组在理解总分上存在显著差异,在沉浸总分上不存在显著差异,这意味着对于中等篇幅的科普文章,数字阅读与纸质阅读在沉浸度上是相似的。

为了进一步研究哪些因素会与阅读理解、沉浸相关,将各个因素进行了相关性分析。结果见表 5,在本篇科普文章中,理解效果与阅读载体相关,阅读沉浸体验与学历、开放性人格、实验刺激相关。

马捷，张光媛，徐晓晨，等.数字阅读与纸质阅读理解效果及沉浸体验实验研究——以科普知识为例[J].图书情报工作，2018,62(16):35－46.

表5 各因素相关性检验

		阅读载体	年龄	性别	学历	神经质	外倾性	开放性	宜人性	责任心	获取信息	综合解读	反思与评价	理解总分	挑战与技能的平衡	意识与行动相融合	目标与反馈	注意力集中	忘我状态	控制感	享受体验	沉浸总分	实验刺激	时间
阅读载体	皮尔森（Pearson）相关	1																						
	显著性（双尾）																							
	N	40																						
年龄	皮尔森（Pearson）相关	0.000	1																					
	显著性（双尾）	1.000																						
	N	40	40																					
性别	皮尔森（Pearson）相关	－.109	.436 **	1																				
	显著性（双尾）	.503	.005																					
	N	40	40	40																				
学历	皮尔森（Pearson）相关	－.140	－.420 **	－.336 *	1																			
	显著性（双尾）	.389	.007	.034																				
	N	40	40	40	40																			
神经质	皮尔森（Pearson）相关	.006	.402 *	.076	－.262	1																		
	显著性（双尾）	.970	.010	.642	.103																			
	N	40	40	40	40	40																		
外倾性	皮尔森（Pearson）相关	.023	－.241	.021	.261	－.566 **	1																	
	显著性（双尾）	.890	.134	.896	.104	.000																		
	N	40	40	40	40	40	40																	
开放性	皮尔森（Pearson）相关	－.111	－.059	－.144	.139	－.282	.193	1																
	显著性（双尾）	.494	.716	.375	.392	.078	.233																	
	N	40	40	40	40	40	40	40																
宜人性	皮尔森（Pearson）相关	.042	－.286	.029	.275	－.228	.101	－.248	1															
	显著性（双尾）	.797	.074	.857	.085	.157	.537	.122																
	N	40	40	40	40	40	40	40	40															
责任心	皮尔森（Pearson）相关	.083	－.277	.050	.079	－.381 *	.227	.367 *	.232	1														
	显著性（双尾）	.611	.083	.762	.627	.015	.158	.020	.150															
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40														
获取信息	皮尔森（Pearson）相关	－.160	.160	－.105	.067	.009	.062	.394 *	.070	.127	1													
	显著性（双尾）	.324	.324	.520	.680	.957	.706	.012	.668	.433														
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40													
综合解读	皮尔森（Pearson）相关	－.546 **	.000	.048	－.031	.089	－.242	.155	.130	.105	.245	1												
	显著性（双尾）	.000	1.000	.770	.852	.585	.133	.338	.423	.521	.128													
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40												
反思与评价	皮尔森（Pearson）相关	－.306	－.102	.089	.086	－.119	－.014	.018	－.048	.188	－.196	.312	1											
	显著性（双尾）	.055	.531	.585	.599	.463	.932	.911	.768	.245	.225	.050												
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40											

（续表 5）

		阅读载体	年龄	性别	学历	神经质	外倾性	开放性	宜人性	责任心	获取信息	综合解读	反思与评价	理解总分	挑战与技能的平衡	意识与行动相融合	目标与反馈	注意力集中	忘我状态	控制感	享受体验	沉浸总分	实验刺激	时间
理解总分	皮尔森（Pearson）相关	-.501**	-.100	.036	.117	-.078	-.049	.223	.034	.170	.241	.766**	.751**	1										
	显著性（双尾）	.001	.538	.823	.472	.631	.763	.166	.836	.293	.134	.000	.000											
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40										
挑战与技能的平衡	皮尔森（Pearson）相关	-.039	-.196	-.054	.310	-.323*	.211	.283	.193	.113	.287	.031	.005	.173	1									
	显著性（双尾）	.810	.224	.739	.052	.042	.192	.077	.232	.486	.072	.847	.974	.286										
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40									
意识与行动相融合	皮尔森（Pearson）相关	-.048	-.241	.015	.369*	-.404**	.204	.361*	.411**	.289	.137	.225	.283	.385*	.546**	1								
	显著性（双尾）	.768	.134	.928	.019	.010	.207	.022	.008	.070	.398	.163	.076	.014	.000									
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40								
目标与反馈	皮尔森（Pearson）相关	-.135	.077	.004	.350*	-.154	.224	.411**	.118	.114	.363*	.131	-.130	.126	.606**	.542**	1							
	显著性（双尾）	.405	.635	.979	.027	.344	.165	.008	.468	.482	.022	.421	.423	.438	.000	.000								
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40							
注意力集中	皮尔森（Pearson）相关	-.050	-.050	-.003	.418**	-.256	.093	.124	.223	-.050	.105	-.030	-.018	.089	.581**	.583**	.630**	1						
	显著性（双尾）	.761	.761	.987	.007	.111	.567	.444	.166	.761	.518	.855	.914	.585	.000	.000	.000							
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40						
忘我状态	皮尔森（Pearson）相关	.026	.180	.168	.306	-.067	.036	.215	-.003	.074	.165	.042	-.066	.095	.428**	.571**	.690**	.655**	1					
	显著性（双尾）	.875	.266	.299	.055	.683	.826	.183	.984	.649	.309	.796	.687	.561	.006	.000	.000	.000						
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40					
控制感	皮尔森（Pearson）相关	-.125	.008	.191	.286	-.300	.235	.193	.211	.113	.167	.209	.051	.260	.414**	.681**	.634**	.695**	.720**	1				
	显著性（双尾）	.442	.959	.238	.074	.060	.144	.233	.190	.487	.304	.196	.755	.105	.008	.000	.000	.000	.000					
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				
享受体验	皮尔森（Pearson）相关	-.181	.074	.160	.114	-.193	.121	.434**	-.005	.118	.336*	.145	.107	.205	.541**	.532**	.592**	.420**	.487**	.520**	1			
	显著性（双尾）	.263	.651	.325	.485	.232	.456	.005	.974	.470	.034	.372	.512	.204	.000	.000	.000	.007	.001	.001				
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40			
沉浸总分	皮尔森（Pearson）相关	-.098	0.000	.101	.380*	-.286	.183	.349*	.186	.122	.268	.126	.036	.226	.698**	.783**	.832**	.832**	.838**	.847**	.736**	1		
	显著性（双尾）	.549	1.000	.536	.016	.074	.259	.027	.250	.452	.095	.439	.824	.162	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000			
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40		
实验刺激	皮尔森（Pearson）相关	-.250	.375*	.218	.035	-.102	.287	.230	.134	-.214	.320*	-.055	-.102	.000	.111	.212	.285	.313*	.290	.333*	.412**	.369*	1	
	显著性（双尾）	.120	.017	.176	.830	.531	.073	.153	.408	.184	.044	.738	.531	1.000	.494	.189	.074	.049	.070	.036	.008	.019		
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
时间	皮尔森（Pearson）相关	-.522**	-.197	-.035	-.061	-.198	-.101	-.024	-.046	-.036	-.470**	.263	.370*	.193	-.279	.063	-.220	-.102	-.191	-.023	-.025	-.130	.073	1
	显著性（双尾）	.001	.224	.828	.708	.222	.535	.881	.777	.827	.002	.101	.019	.233	.082	.698	.173	.532	.237	.887	.877	.426	.656	
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

**. 相关性在 0.01 层上显著(双尾)；*. 相关性在 0.05 层上显著(双尾)

4.1 理解效果与各因素之间的关系

理解效果与各因素之间的相关关系见表6。理解总分与阅读载体的相关系数为 -0.540，p =0.001，呈反相关，说明纸质组的理解得分要比数字组高。从各个理解维度上来看，"获取信息"维度与开放性、实验刺激分别呈正相关，说明越开放、越专注的人获取信息的能力越强；"综合解读"维度与阅读载体的相关系数为 -0.546，p =0.000，呈反相关，说明纸质组对文本信息的解读情况比数字组好；"反思与评价"维度与时间的相关系数为0.370，p =0.019，呈正相关，阅读时间越长对文本信息的理解越深刻。

表6　理解与各因素之间的关系

		阅读载体	年龄	性别	学历	神经质	外倾性	开放性	宜人性	责任心	获取信息	综合解读	反思与评价	理解总分	实验刺激	时间
获取信息	皮尔森（Pearson）相关	-.160	.160	-.105	.067	.009	.062	.394 *	.070	.127	1	.245	-.196	.241	.320 *	-.470 **
	显著性（双尾）	.324	.324	.520	.680	.957	.706	.012	.668	.433		.128	.225	.134	.044	.002
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
综合解读	皮尔森（Pearson）相关	-.546 **	.000	.048	-.031	.089	-.242	.155	.130	.105	.245	1	.312	.766 **	-.055	.263
	显著性（双尾）	.000	1.000	.770	.852	.585	.133	.338	.423	.521	.128		.050	.000	.738	.101
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
反思与评价	皮尔森（Pearson）相关	-.306	-.102	.089	.086	-.119	-.014	.018	-.048	.188	-.196	.312	1	.751 **	-.102	.370 *
	显著性（双尾）	.055	.531	.585	.599	.463	.932	.911	.768	.245	.225	.050		.000	.531	.019
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
理解总分	皮尔森（Pearson）相关	-.501 **	-.100	.036	.117	-.078	-.049	.223	.034	.170	.241	.766 **	.751 **	1	.000	.193
	显著性（双尾）	.001	.538	.823	.472	.631	.763	.166	.836	.293	.134	.000	.000		1.000	.233
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

**. 相关性在0.01层上显著(双尾)；*. 相关性在0.05层上显著(双尾)

4.2 沉浸体验与各因素之间的关系

沉浸体验与各因素之间的相关关系见表7。沉浸总分与学历、开放性人格实验刺激的相关系数分别为0.380、0.349、0.369，p 均小于0.05，呈正相关，说明学历越高或者越开朗的人越容易沉浸，听不到交谈声的人比听到的人更沉浸。从沉浸各个维度上来看，"挑战与技能的平衡"维度与神经质人格的相关系数为 -0.323，p =0.042，呈负相关，说明人格中神经质部分越高的人越不容易接受高难度挑战；"意识与行动相融合"维度与学历、开放型人格、宜人性人格的相关系数分别为0.369、0.361、0.411，p 均小于0.05，呈正相关，并与神经质人格呈负相关，说明学历越高、越开放、越随和的人，越会将自己的想法付诸于行动，而神经质的人则会相反；"目标与反馈"维度与学历、开放性人格的相关系数分别为0.350、0.411，p 均小于0.05，呈正相关，说明学历越高或者越开放的人会容易主动寻求自己的阅读目标并能够得到及时的反馈；"注意力集中"维度与学历、实验刺激的相关系数分别为0.418、0.313，p 均小于0.05，呈正相关，说明学历越高、越专注的人越会在阅读时集中注意力；"控制感"维度与实验刺激的相关系数为0.333，p =0.036，呈正相关，说明在阅读中能够控制自己状态的人会不容易听到外面的声音；"享受体验"维度与开放性人格的相关系数为0.434，p =0.005，呈正相关，说明性格越开放的人越享受阅读时的状态。同时，各个维度不仅互相之间具有相关性，还与沉浸总分相关，这也说明了各个维度都可以体现出沉浸度，该量表具有一定的一致性。

4.3 理解效果与沉浸体验的关系

理解效果与沉浸体验之间的相关关系见表8。理解总分与沉浸总分并没有显示出相关关系。从各个维度上来看，理解总分与"意识与行动相融合"维度的相关系数为0.385，p =0.014，呈正相关关系，说明意识与行动融合度越高的人对文本的理解越好；"获取信息"维度与"目标与反馈""享受体验"维度呈正相关关系，说明有明确阅读目标、享受阅读状态的人较容易找到文章关键信息。

5 讨论

5.1 理解效果实验结果解释

本研究发现，在阅读中等篇幅的科普文章时，纸质组的理解效果比数字组好。在当今社会中，大部分人都是利用闲暇时间刷朋友圈和微信公众号文章，他们阅读速度很快，阅读篇幅较短，阅读时间较为分散，并且微信文章可以保存、收藏，所以他们很少去主动理解和记忆内容，阅读往往流于快速、肤浅[4]。同时，手机因其屏幕小，视线容易集中在一点上，长时间阅读会造成眼睛疲劳，影响阅读的深度。另外，科普知识类的文章不像通俗易懂的小说和短篇新闻，它需要被试在阅

表 7 沉浸与各因素之间的关系

		阅读载体	年龄	性别	学历	神经质	外倾性	开放性	宜人性	责任心	挑战与技能的平衡	意识与行动相融合	目标与反馈	注意力集中	忘我状态	控制感	享受体验	沉浸总分	实验刺激	时间
挑战与技能的平衡	皮尔森（Pearson）相关	-.039	-.196	-.054	.310	-.323 *	.211	.283	.193	.113	1	.546 **	.606 **	.581 **	.428 **	.414 **	.541 **	.698 **	.111	-.279
	显著性（双尾）	.810	.224	.739	.052	.042	.192	.077	.232	.486		.000	.000	.000	.006	.008	.000	.000	.494	.082
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
意识与行动相融合	皮尔森（Pearson）相关	-.048	-.241	.015	.369 *	-.404 **	.204	.361 *	.411 **	.289	.546 **	1	.542 **	.583 **	.571 **	.681 **	.532 **	.783 **	.212	.063
	显著性（双尾）	.768	.134	.928	.019	.010	.207	.022	.008	.070	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.189	.698
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
目标与反馈	皮尔森（Pearson）相关	-.135	.077	.004	.350 *	-.154	.224	.411 **	.118	.114	.606 **	.542 **	1	.630 **	.690 **	.634 **	.592 **	.832 **	.285	-.220
	显著性（双尾）	.405	.635	.979	.027	.344	.165	.008	.468	.482	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.074	.173
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
注意力集中	皮尔森（Pearson）相关	-.050	-.050	-.003	.418 **	-.256	.093	.124	.223	-.050	.581 **	.583 **	.630 **	1	.655 **	.695 **	.420 **	.832 **	.313 *	-.102
	显著性（双尾）	.761	.761	.987	.007	.111	.567	.444	.166	.761	.000	.000	.000		.000	.000	.007	.000	.049	.532
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
忘我状态	皮尔森（Pearson）相关	.026	.180	.168	.306	-.067	.036	.215	-.003	.074	.428 **	.571 **	.690 **	.655 **	1	.720 **	.487 **	.838 **	.290	-.191
	显著性（双尾）	.875	.266	.299	.055	.683	.826	.183	.984	.649	.006	.000	.000	.000		.000	.001	.000	.070	.237
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
控制感	皮尔森（Pearson）相关	-.125	.008	.191	.286	-.300	.235	.193	.211	.113	.414 **	.681 **	.634 **	.695 **	.720 **	1	.520 **	.847 **	.333 *	-.023
	显著性（双尾）	.442	.959	.238	.074	.060	.144	.233	.190	.487	.008	.000	.000	.000	.000		.001	.000	.036	.887
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
享受体验	皮尔森（Pearson）相关	-.181	.074	.160	.114	-.193	.121	.434 **	-.005	.118	.541 **	.532 **	.592 **	.420 **	.487 **	.520 **	1	.736 **	.412 **	-.025
	显著性（双尾）	.263	.651	.325	.485	.232	.456	.005	.974	.470	.000	.000	.000	.007	.001	.001		.000	.008	.877
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
沉浸总分	皮尔森（Pearson）相关	-.098	0.000	.101	.380 *	-.286	.183	.349 *	.186	.122	.698 **	.783 **	.832 **	.832 **	.838 **	.847 **	.736 **	1	.369 *	-.130
	显著性（双尾）	.549	1.000	.536	.016	.074	.259	.027	.250	.452	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.019	.426
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

**. 相关性在 0.01 层上显著(双尾)；*. 相关性在 0.05 层上显著(双尾)

马捷，张光媛，徐晓晨，等. 数字阅读与纸质阅读理解效果及沉浸体验实验研究——以科普知识为例[J]. 图书情报工作，2018，62(16)：35－46.

表 8　理解效果与沉浸体验的关系

		获取信息	综合解读	反思与评价	理解总分	挑战与技能的平衡	意识与行动相融合	目标与反馈	注意力集中	忘我状态	控制感	享受体验	沉浸总分
获取信息	皮尔森（Pearson）相关	1											
	显著性（双尾）												
	N	40											
综合解读	皮尔森（Pearson）相关	.245	1										
	显著性（双尾）	.128											
	N	40	40										
反思与评价	皮尔森（Pearson）相关	-.196	.312	1									
	显著性（双尾）	.225	.050										
	N	40	40	40									
理解总分	皮尔森（Pearson）相关	.241	.766**	.751**	1								
	显著性（双尾）	.134	.000	.000									
	N	40	40	40	40								
挑战与技能的平衡	皮尔森（Pearson）相关	.287	.031	.005	.173	1							
	显著性（双尾）	.072	.847	.974	.286								
	N	40	40	40	40	40							
意识与行动相融合	皮尔森（Pearson）相关	.137	.225	.283	.385*	.546**	1						
	显著性（双尾）	.398	.163	.076	.014	.000							
	N	40	40	40	40	40	40						
目标与反馈	皮尔森（Pearson）相关	.363*	.131	-.130	.126	.606**	.542**	1					
	显著性（双尾）	.022	.421	.423	.438	.000	.000						
	N	40	40	40	40	40	40	40					
注意力集中	皮尔森（Pearson）相关	.105	-.030	-.018	.089	.581**	.583**	.630**	1				
	显著性（双尾）	.518	.855	.914	.585	.000	.000	.000					
	N	40	40	40	40	40	40	40	40				
忘我状态	皮尔森（Pearson）相关	.165	.042	-.066	.095	.428**	.571**	.690**	.655**	1			
	显著性（双尾）	.309	.796	.687	.561	.006	.000	.000	.000				
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40			
控制感	皮尔森（Pearson）相关	.167	.209	.051	.260	.414**	.681**	.634**	.695**	.720**	1		
	显著性（双尾）	.304	.196	.755	.105	.008	.000	.000	.000	.000			
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40		
享受体验	皮尔森（Pearson）相关	.336*	.145	.107	.205	.541**	.532**	.592**	.420**	.487**	.520**	1	
	显著性（双尾）	.034	.372	.512	.204	.000	.000	.000	.007	.001	.001		
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
沉浸总分	皮尔森（Pearson）相关	.268	.126	.036	.226	.698**	.783**	.832**	.832**	.838**	.847**	.736**	1
	显著性（双尾）	.095	.439	.824	.162	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

**. 相关性在 0.01 层上显著（双尾）；*. 相关性在 0.05 层上显著（双尾）

读过程中对文章内容不断思考，我们在收取的纸质阅读材料中发现有很多被试都对文章进行了标注、划线，这会加深对文章关键信息的检索和理解，而在手机上进行微信阅读时读者习惯于较快的浏览扫描信息并且没有办法在屏幕上标记信息。认知地图机制[22]也可以解释这一现象，纸质材料的固定页码和四个边角有助于被试形成对文本之间的空间记忆，被试在做阅读理解题时可以很快的回忆起关键信息的位置，而手机的滚动式阅读和微信文章中穿插的图片都削弱了被试在文本位置中的空间线索，各色各样的图片也会分散被试对文本的注意力和记忆，增加被试的认知负荷，因此纸质相比屏幕更可以使读者形成一个完整的认知地图，从而更有效地理解文章。

一般来说阅读时间越长对文章的理解也会越深，但是相关性检验表明阅读理解总分与时间并不相关，我们还发现数字组中有很多被试在 4－5 分钟内就阅读完毕，他们的阅读理解题目得分并不低，然而这种情况在纸质组中就几乎不存在，并且阅读载体与时间的反相关关系也说明了数字阅读时间小于纸质阅读。这与袁曦临在《网络数字阅读行为对阅读脑的改造及其对认知的影响》一文中所论述的现象相一致，长期的网络数字阅读行为使读者产生与之相适应的“阅读脑”，锻炼了大脑的非线性协同思维能力，提高了大脑的敏捷思维，促使读者在数字阅读时迅速对文章内容进行分析并迅速决定信息的去留，而在进行纸质阅读时，人们习惯于逐行阅读[43]，因此数字阅读速度快不一定代

表理解能力差,并且纸质阅读时间长于数字阅读时间。

5.2 沉浸体验实验结果解释

沉浸式阅读是指读者在阅读过程中不时抑或持续产生的沉思冥想,甚至产生了“自失”感,完全沉醉于文字营造的世界[20]。一般认为当沉浸于阅读中时,用户会忽视周围环境。从相关性分析中可以看出,沉浸总分与阅读刺激呈正相关,表明越沉浸于文章中越是听不到外界的声音,这同时也验证了本实验所用的改编后的沉浸量表是合理的。同时,各个维度不仅互相之间具有相关性,还与沉浸总分相关,这也说明了各个维度都可以体现出沉浸度,该量表具有一致性。测出来的结果是可以进一步分析的。

“意识与行动相融合”“注意力集中”“沉浸总分”维度与学历呈正相关关系,说明学历越高的人注意力越集中、沉浸度也越高。这可能是因为学历较高的人比学历较低的人在学习上获得了更多的成就,其本身就掌握更多的学习和阅读技能,因此在阅读过程中往往能够全身心投入到文本中,不容易被周围事物所分心。

在本篇科普文章中,阅读沉浸与人格显示出了相关关系,这与 F. Ullén 和 D. Weibel 发现的结论相一致。神经质人格是一种个体消极情绪,表现为被动性、拖延性和依赖性[44],得分越高表示情绪越不稳定。在阅读过程中,它使得人们面对阅读挑战时下意识地采取回避行为,不能积极主动地去解决难题,情绪上的波动也会影响阅读时的意识与行动配合,进而无法真正深入到文字当中。开放性人格和宜人性人格都是一种正面情绪,得分越高表示人态度越开放,性格越随和。开放性人格会影响沉浸中情感的吸收[32],性格开朗的人比较容易接受新鲜事物,继而主动地去寻求自己要达到的阅读目标并且享受阅读当中带来的乐趣,甚至会被文章内容所吸引,因此会比较容易沉浸到阅读中。

但是本实验并没有发现阅读载体与沉浸之间的相关关系,说明对于 3 000 – 4 000 字的科普知识文章,在自然阅读状态下阅读纸质材料和手机屏幕时的沉浸度是没有显著性差异的,这可能因为除阅读载体以外的因素也会影响沉浸度,比如性格、阅读习惯、阅读内容。本研究中的被试性格都趋向于开放性和尽责性,只有少数被试的性格中有趋向神经质的部分,因此不存在被试者很难沉浸的情况。再者,数字设备和互联网可以让人们随时随地阅读任何内容,许多人已经养成了数字阅读的习惯,即使身处于嘈杂的环境中同样也可以沉浸在阅读中。就阅读内容来看,多数读者使用移动阅读服务的基本驱动力主要还是基于内容的需求[45],正是因为被试者对科普知识文章较感兴趣,所以在两种载体上都可以沉浸在文章中。微信阅读材料中的静态和动态的图片相较于单调的纸质文字来说也是引起被试阅读兴趣的一个重要方面,文章中各式各样的图片增强了被试的视觉感官体验,有助于被试与文章内容的交互,从而达到了吸引持续注意力的效果。

5.3 理解效果与沉浸体验关系的解释

沉浸阅读往往伴随着对内容的深入理解和思考,在我们的研究结果中一些沉浸维度与理解维度呈现出了相关性,如表 8 所示。信息获取能力是人们取得、加工、传递信息的一种潜在能力,人们对自身的阅读需求判断越准确,越是能够从不断变化的外部环境中捕捉、获取信息,从复杂、无序的信息中发掘有价值的信息[46]。在阅读过程中,对自己行动思考较少的人会更多地把关注度放在文本内容中,从而会加深文本理解。但是,我们并没有发现阅读理解总分与沉浸总分之间的关系,这说明影响理解效果的因素还是多样的,比如阅读方式、阅读习惯、阅读内容等,被试者自身的素质与能力,尤其是阅读理解能力也是很重要的一方面。文章理解过程是丰富而又错综复杂的认知加工过程,涉及视知觉、注意、记忆、想象和推理等,是建立在词汇和句子加工之上的整合过程[47],不同用户的阅读能力不同,用户在日常生活中自身所累积的专业知识和经验会影响字词识别、句子理解、语境感受等。实验中被试的学历最高为博士,最低为中学,年龄在 18 – 38 岁不等,学历和年龄的跨度会造成被试知识累积的较大区别,很多被试可能会很沉浸在阅读中,但还是会因对文章中某些词汇或句子的理解有偏差而错误判断阅读理解题的答案。因此,在测试阅读理解与沉浸体验的关系时,我们所选取的被试的知识累积和阅读能力应该要保持一致,从而减少其他因素的干扰。

6 结语

研究发现,自然阅读条件下,用户在阅读中篇科普文章时纸质阅读的理解效果要比数字阅读好,但在阅读沉浸体验方面两者不存在显著差异,用户的阅读沉浸体验与学历和性格有关。根据研究结果,对图书馆、出版机构、数字阅读平台的阅读服务提出如下建议:

(1)根据阅读资料的内容属性选择传播渠道。对于休闲娱乐、实时消息等具有时效性并且不需要仔细理解内容含义的短篇文章可以数字资源的形式进行传播,学术论文、科普知识等需要用户深入研读的中长篇

文章还是应印刷成纸质书籍的形式。

(2)通过对纸质阅读资料的物理属性设计以增强用户认知体验。图书编辑人员在进行书籍设计时，可以通过对书籍的材质、颜色、气味等元素加以创新，比如将纸张故意做旧或者改变字体，以增强用户的感官和认知体验，引导读者享受阅读状态，使用户可以真正走进书中，达到引人入胜的效果。

(3)图书馆应充分利用数字媒体进行阅读推广。在数字阅读盛行的时代，图书馆应充分利用数字媒体全面调动读者的阅读积极性：图书馆可以截取纸质书籍中长度适中且有趣的章节或片段，通过微信公众号、微博、移动图书馆等数字媒体向用户推送，既能拓宽书籍的传播范围还能引起用户对书籍的阅读与购买欲望；充分发挥数字媒体的交互作用，鼓励用户根据自己的阅读能力以及性格选择合适的阅读内容，根据用户实际的学历或专业背景向用户推送其适合的书籍，甚至是向不同性格的用户推荐其匹配的阅读方式。图书馆内可以增开音像室，将书籍内容以视频或音频的形式生动形象地展现给读者，使那些性格上不易沉浸于阅读中的读者以另一种方式走进书中。

除此之外，对于读者来说，应该根据自身的情况，主动选择和适应两种不同的阅读方式，以达到最佳的阅读状态。

参考文献：

[1] 吴原萍. 数字阅读与纸质阅读的比较及发展趋势[J]. 甘肃科技纵横，2015，44(8)：21－22.
[2] 郭恋. 手机移动阅读效果影响因素的实验研究[D]. 杭州：浙江师范大学，2012.
[3] 第十五次全国国民阅读调查报告发布[EB/OL]. [2017－04－18]. http://book. sina. com. cn/news/whxw/2018-04-18/doc-ifzihnep4386289. shtml.
[4] 周钰，王娟，陈憬，等. 信息载体影响文本阅读的实证研究——基于数字阅读与纸质阅读的比较[J]. 中国远程教育，2015(10)：21－26.
[5] 张兴刚，袁毅. 自媒体阅读平台用户互动行为研究——以“十点读书”新浪微博为例[J]. 情报科学，2017，35(9)：79－83，116.
[6] 张俐俐，李子运. 10年来中外数字阅读研究对比分析[J]. 图书情报工作，2016，60(2)：137－145.
[7] 王子舟，周亚，巫倩，等. “浅阅读”争辩的文化内涵是什么[J]. 图书情报知识，2013(5)：15－21.
[8] 杨连成. 许嘉璐：纸质阅读不可能被代替[N]. 光明日报，2010－12－03(2).
[9] 张建扬. 移动互联时代公共图书馆的纸质阅读与数字阅读推广[J]. 内蒙古科技与经济，2017(9)：156－157，159.
[10] KANG Y, WANG M, LIN R. Usability evaluation of ebooks[J]. Display, 2009, 30(2): 49－52.
[11] PATTUELLI C M, RABINA D. Forms, effects, function, LIS students' attitudes towards portable e-books readers[J]. New information perspectives, 2010, 62(3): 228－244.
[12] 李梦婕. 基于Kano模型的移动阅读服务质量影响因素研究[J]. 科技情报开发与经济，2011(6)：124－128.
[13] STOOP J, KREUTZER P, KIRCZ J. Reading and learning from screens versus print: a study in changing habits: part 1-reading long information rich texts[J]. New library world, 2013, 114(9/10): 371－383.
[14] NOYES J M, GARLAND K J. VDT versus paper-based text: reply to mayes, sims and koonce[J]. International journal of industrial ergonomics, 2003, 31(6): 411－423.
[15] DANIEL D, WOODY W D. E-textbooks at what cost? Performance and use of electronic v. print texts[J]. Computers and education, 2013, 62(C): 18－23.
[16] SUN S Y, SHIEH C J, HUANG K P. A research on comprehension differences between print and screen reading[J]. South African journal of economic and management sciences, 2013, 16(5): 87－101.
[17] YOUNG J. A study of print and computer-based reading to measure and compare rates of comprehension and retention[J]. New library world, 2014, 115(7/8): 376－393.
[18] 袁曦临，王骏，刘禄. 纸质阅读与数字阅读理解效果实验研究[J]. 中国图书馆学报，2015，41(5)：35－46.
[19] 徐军英，张康华，张怿. 手机阅读与纸质阅读实验效果的对比分析[J]. 情报资料工作，2015(6)：92－96.
[20] 周宪. 从“沉浸式”到“浏览式”阅读的转向[J]. 中国社会科学，2016(11)：143－163，208.
[21] BARON N S. Redefining reading: the impact of digital communication media[J]. Publications of the modern language association of America, 2013, 128(1): 193－200.
[22] HOU J, RASHID J, LEE K M. Cognitive map or medium materiality? Reading on paper and screen[J]. Computers in human behavior, 2017, 67: 84－94.
[23] 刘坤锋，王文韬，陈雨. 沉浸体验视角下数字阅读与纸质阅读的比较分析研究[J]. 图书馆，2016(10)：58－62.
[24] 朱明. 高校图书馆用户阅读过程中的沉浸体验研究——构成维度及其作用机制[J]. 图书馆，2017(1)：67－71，78.
[25] 张冰，张敏. 数字阅读必然会导致浅阅读吗？——基于眼动追踪技术的数字阅读与纸质阅读对比实证分析[J]. 新闻传播，2013(1)：52－53.
[26] CSIKSZENTMIHAIYI M. Beyond boredom and anxiety: the experience of play in work and games[J]. Quest, 1975, 6(2): 139.
[27] 景娟娟. 国外沉浸体验研究述评[J]. 心理技术与应用，2015(3)：54－58.
[28] CSIKSZENTMIHAIYI M, ABUHAMDEH S, JEANNE N. Flow[C]//Elliot A J, Carol S, Martin V. Handbook of competence and

motivation. New York: Guilford press,2005:598 – 608.
[29] 任俊. 积极心理学[M]. 上海:上海教育出版社,2006.
[30] ASAKAWA K. Flow experience, culture and wellbeing: how do autotelic Japanese college students feel, behave, and think in their daily lives? [J]. Journal of happiness studies,2010,11(2):205 – 223.
[31] ULLéN F, MANZANO Ö D, ALMEIDA R, et al. Proneness for psychological flow in everyday life: associations with personality and intelligence[J]. Personality and individual differences, 2012, 52(2):167 – 172.
[32] WEIBEL D, WISSMATH B, MAST F W. Immersion in mediated environment the role of personality traits[J]. Cyberpsychology, behaviour and social networking, ,2010,13(3):251 – 256.
[33] PALFREY J, GASSER U. Born digital: understanding the first generation of digital natives[M]. New York: Basic books, 2008: 288.
[34] 2016 年国人阅读状况大数据报告[EB/OL]. [2018 – 06 – 15]. http://blog.sina.com.cn/s/blog_14507515e0102wv4g.html.
[35] 付伟棠,张志强. 2016 年我国数字阅读报告分析[J]. 图书馆学研究,2017(22):62 – 68,61.
[36] 斯坦顿. 沟通圣经[M]. 北京: 北京联合出版公司,2015.
[37] 亚马逊:2016 年全民阅读调查报告[EB/OL]. [2018 – 06 – 15]. http://www.199it.com/archives/465029.html.
[38] NEO 人格量表百度百科[EB/OL]. [2018 – 04 – 14]. https://baike.baidu.com/item/NEO%E4%BA%BA%E6%A0%BC%E9%87%8F%E8%A1%A8/15778627? fr = aladdin.
[39] 大五人格测试 – 简版(NEO-FFI)[EB/OL]. [2018 – 04 – 14]. http://www.cexinli.com/gexingrenge/2013-12-16/52.html.
[40] PISA 百度百科[EB/OL]. [2018 – 04 – 14]. https://baike.baidu.com/item/PISA/10644776? fr = aladdin.
[41] OECD. PISA 2009 assessment framework key competencies in reading, mathematics and science[M]. Paris: Author,2010.
[42] 叶金辉. 青少年学习沉浸体验研究[D]. 南昌:江西师范大学,2013.
[43] 袁曦临. 网络数字阅读行为对阅读脑的改造及其对认知的影响[J]. 图书馆杂志,2016,35(4):18 – 26.
[44] D'ZURILLA T J, MAYDEU-OLIVARES A, GALLARDO-PUJOL D. Predicting social problem solving using personality traits[J]. Personality and individual differences,2011,50(2):142 – 147.
[45] 赵文军,任剑. 移动阅读服务持续使用意向研究——基于认知维、社会维、情感维的影响分析[J]. 情报科学,2017,35(8):72 – 78.
[46] 徐艳. 基于信息素养视角的碎片化阅读行为实证研究——以图书馆微信平台为例[J]. 情报科学,2017,35(3):76 – 81.
[47] 白学军,闫国利. 阅读心理学[M]. 上海:华东师范大学出版社,2015.

作者贡献说明:
马捷:提出研究命题、文章整体框架,实验思路方案设计,论文修改及定稿;
张光媛:负责实验设计和过程、论文的撰写与修改;
徐晓晨:论文重点章节的修改;
蒲泓宇:文献资料收集与英文内容的翻译。

Experimental Study of Reading Comprehension Effects and Immersive Experience on Paper Reading and Digital Reading
——Taking Science Knowledge as an Example

Ma Jie[1,2]　Zhang Guangyuan[1]　Xu Xiaochen[1]　Pu Hongyu[1]
[1] School of Management, Jilin University, Changchun 130022
[2] Center for Studies of Information Resources, Jilin University, Changchun 130022

Abstract: [**Purpose/significance**] This paper simulates the reading situation and environment of paper reading and digital reading in reality to observe and test the difference of reading effect between digital reading and paper reading, in order to provide reference for library reading service and reading resource construction. [**Method/process**] This study uses the middle-length science popularization article as an example to compare the differences between paper reading and digital reading from the perspective of reading comprehension and immersive experience using the control group experiment method. [**Result/conclusion**] Users' reading comprehension effect of paper reading is better than that of digital reading in the reading of middle-length popular science articles, but there is no significant difference in reading immersive experience. Users' reading immersion experience is related to education and personality. The library's reading service and resource construction should be based on the reader's personalized analysis and service.

Keywords: digital reading　paper reading　reading comprehension　immersion experience　reading service